

$$\times \exp \left[ \frac{l_{ns}^2}{2 \left( \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{2}} \frac{r_{0n}^2}{l} \right)^2 + \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{2}} \frac{r_{0s}^2}{l} \right)^2 \right)} \right]. \quad (22)$$

После подстановки (22) в (21) получим расчетную формулу омического сопротивления многопроволочного прямого проводника с относительно далеко разнесенными проводниками:

$$R \cong \frac{1}{\pi l^2 \gamma_0(T)} \sum_{n=1}^N \frac{I_n^2 l}{r_{0n}^2} + \frac{1}{\pi l^2 \gamma_0(T)} \sum_{n \neq s} \frac{I_n I_s}{l_{ns}}. \quad (23)$$

1. Харисов А.А. К вопросу распределения плотности постоянного электрического тока в поперечном сечении прямых цилиндрических проводников // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сер. НРСТ. №6. Т.1. – Харьков, 2002. – С.125-130.

2. Харисов А.А. К вопросу распределения плотности постоянного электрического тока в поперечном сечении прямых цилиндрических проводников // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2003. – С.175-183.

*Получено 17.02.2003*

УДК 519.713

А.В.ГРИГОРЬЕВ, М.В.БУЛАЕНКО, кандидаты техн. наук, А.Г.МАХОНИН  
Харьковская государственная академия городского хозяйства

## АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Рассматриваются аккумулятивные процессы и их составные части – носитель и транспортный канал, приведены основные характеристики, отражающие взаимодействие аккумулятивных элементов, указаны соотношения, устанавливающие взаимосвязь поступающей и отдаваемой энергии, проанализирован процесс водоснабжения как аккумулятивный процесс доставки энергии аккумулятивному элементу с помощью носителя.

Процессы накопления, сохранения и потребления (расхода) энергии тесно связаны с аккумулятивными элементами (АЭ) и характером аккумулятивных процессов (АП). Аккумулятивный процесс в общем случае – это сложная структура, которая включает один или несколько одинаковых или разных АЭ, а в некоторых случаях и АП.

К аккумулятивным процессам относятся передача энергии, вещества, информации, которая происходит непосредственно между двумя АЭ. В итоге возможно либо накопление, либо потеря энергии,

вещества, информации. Происходит это за счет движения носителя энергии (в дальнейшем просто “носитель”) по определенному пути, называемому транспортным каналом. Основным требованием к транспортным каналам, как и к любым другим, являются минимальные изменения количественных и качественных показателей носителя при прохождении по каналу. АП обладают и другими, общими с обычными каналами передачи свойствами. Это относится к способам и средствам увеличения емкости и пропускной способности каналов.

Таким образом, АЭ и АП являются теми элементарными понятиями, с помощью которых можно представить любой процесс накопления, передачи и потребления чего бы то ни было. Они обладают многими свойствами известных в настоящее время процессов, но в более широком смысле.

Рассмотрим понятия составных частей АП: носителя и транспортного канала по аналогии с понятиями теории информации. Канал передачи информации характеризуется [1]: длительностью сигнала (время подачи носителя), спектром (составом носителя), средней мощностью (энергия носителя – его количество), временем использования канала, шириной полосы частот (способность канала передавать данное число различных носителей), динамическим диапазоном канала, т.е. способностью передавать различные уровни сигнала.

Важнейшим параметром сигнала является его объем, определяемый как произведение длительности, спектра и средней мощности с учетом действия помехи (энергии носителя – его количества), присутствующей при передаче сигнала.

Важнейший параметр канала – его емкость. Емкость – это произведение времени использования канала, ширины полосы частот, пропускаемых каналом, и динамического диапазона канала.

Общим необходимым условием согласования [1,2] сигнала с каналом является следующее: объем сигнала должен быть не больше емкости канала, а достаточным условием согласования – параметры сигнала (все три, соответственно) не должны превышать параметров канала.

Кроме этого, для информационного канала пользуются понятиями скорости ввода информации, скорости передачи информации и пропускной способности канала. Аналогичные понятия являются характеристиками АП.

Основное условие динамического согласования сообщений и информационного канала заключается в том, что наиболее эффективное использование канала достигается тогда, когда скорость передачи информации приближается к пропускной способности канала, а скорость

ввода информации не должна превышать пропускной способности канала, иначе не вся информация будет передана по каналу. Условие динамического согласования [2] является определяющим и при передаче носителя по транспортному каналу.

Анализ имеющихся публикаций показал, что аккумулятивные процессы не рассматривались ранее в комплексном подходе к накоплению, сохранению и расходу носителя, что, несомненно, представляет большой интерес.

Целью настоящей работы является рассмотрение характеристик АЭ, анализ и формализация АП при водоснабжении для обеспечения оптимального взаимодействия АЭ между собой, с учетом процессов старения и внешних воздействий окружающей среды.

Очевидно, что АЭ и АП могут быть простыми и сложными. Состояние сложного АЭ определяется состоянием АЭ более низкого уровня и изменениями, происходящими в простых и сложных АП. Сложность описания того или иного объекта заключается в требуемой степени детализации и возможности сочетания свойств АЭ и АП в одном и том же объекте. Например, автобус в системе городского хозяйства представляет собой АЭ (емкость для пассажиров со всеми атрибутами АЭ) и часть сложного АП доставки пассажиров к другим АЭ (станциям метрополитена, вокзалам, местам работы и отдыха и пр.). При более укрупненном анализе транспорт и трассы, по которым он движется, – не что иное, как простой АП структуры более высокого уровня.

Аккумулятивный процесс любого уровня сложности следует рассматривать как единство процессов заряда – разряда с учетом саморазряда АЭ. Отсутствие того или иного АП для АЭ означает неестественное состояние.

Процесс саморазряда приобретает значимость при длительном отсутствии заряда-разряда и при заметном старении АЭ, который теряет способность длительное время сохранять накопленную энергию.

Для анализа АП и их описания с помощью формул рассмотрим возможные варианты организации транспортного канала и носителя. Транспортный канал, подводящий носитель к АЭ, может быть либо одинаковым по параметрам и характеристикам с каналом, отводящим носитель от этого же АЭ, либо отличаться от него. Носители также могут быть одинаковыми и различными.

Возможны следующие варианты организации: носители и каналы заряда-разряда одинаковые; носители одинаковые, каналы разные; носители разные, каналы одинаковые; носители разные и каналы разные.

Носитель и транспортный канал влияют друг на друга. Характер

взаимовлияния может быть естественным и искусственным.

Естественное влияние – это влияние без непосредственного осознанного вмешательства человека. В основном это процессы потери энергии в виде тепла на преодоление сопротивления канала (на разных участках) за счет старения материала канала и им подобные.

Искусственное влияние – это результат неосознанного или осознанного вмешательства человека. Присутствие человека позволяет считать естественное взаимовлияние неуправляемым, а искусственное – управляемым. Такая характеристика условна, так как знание закона старения или расхода энергии на преодоление сопротивления делает процесс взаимовлияния управляемым, например, на ранних стадиях разработки структур АЭ и АП.

Для описания АЭ введем следующие понятия: ЭП – энергия, подводимая к АЭ и потребляемая им при «заряде»; ЭО – энергия, отводимая от элемента при «разряде»;  $V$  – скорость подвода энергии – «заряда»;  $W$  – скорость отдачи энергии – «разряда»;  $t_z$  – время «заряда» – время действия ЭП;  $t_p$  – время «разряда» – время действия ЭО.

Поскольку  $V$  и  $W$  в общем случае – функции времени, очевидно, что ЭП и ЭО также являются функциями времени и определяются формулами

$$\text{ЭП}(t) = (z(t) - rc(t)) \cdot V(t) \cdot t_z, \quad \text{ЭО}(t) = (r(t) + rc(t)) \cdot W(t) \cdot t_p,$$
 где  $z(t)$  – коэффициент, учитывающий способность энергоносителя принимать энергию;  $r(t)$  – коэффициент, учитывающий способность энергоносителя отдавать энергию;  $rc(t)$  – коэффициент, характеризующий потерю накопленной энергии – «саморазряд» АЭ, происходящий в отсутствие потребления – «разряда».

Эти выражения достаточно полно характеризуют способности АЭ, но АП – лишь частично. Поэтому рассмотрим АП и его характеристики как простого процесса передачи без учета того, является ли он на данный момент процессом заряда или разряда.

С учетом характеристик сигнала и канала [1] введем следующие характеристики носителя и транспортного канала:  $t_{\text{под}}$  – время подачи носителя от одного АЭ к другому АЭ;  $S_{\text{нос}}$  – состав носителя или их количество;  $\mathcal{E}_{\text{нос}}$  – энергия носителя (его количество);  $t_{\text{кан}}$  – время использования канала для передачи носителя;  $S_{\text{к}}$  – способность канала передавать носитель сложного состава или данное число различных носителей;  $S_{\text{пу}}$  – способность канала передавать носители данной величины;  $V_{\text{нос}}$  – скорость передачи носителя;  $PS_{\text{кан}}$  – пропускная способность канала;  $VV_{\text{нос}}$  – скорость ввода носителя в канал передачи.

Эти обозначения позволяют описать как процесс передачи информации по каналу связи, так и процесс подачи воды от одного АЭ к другому. Конечная цель процесса – накопление требуемого количества воды у потребителя  $V_{\text{потр}}$  – обеспечивается за счет количества ( $\Theta_{\text{нос}}$ ) воды, подаваемого определенное время  $t_{\text{под}}$ . Величина, характеризующая состав носителя  $S_{\text{нос}}$ , принимается равной 1. По отношению к каналу: время использования канала для передачи носителя  $t_{\text{кан}}$  равно времени подачи носителя  $t_{\text{под}}$ , если считать каналом участок трубы после запорного крана, и намного больше, если канал – это участок труб от насосной станции, а  $S_{\text{к}}$  принимаем равным 1, так как носитель один – вода.

Применяя аккумулятивный подход, последний участок – от насосной станции до крана можно считать АЭ. Ведь в водопроводной сети создается определенное давление и, даже (предположим) не подавая новой порции воды в сеть, можно обеспечить ее подачу на отдельном участке в течение некоторого времени, пока давление в сети не упадет. Если же в сети на данный момент на одном из участков авария, то за счет перепадов высот и возможности сообщения сети с атмосферой подача воды потребителю некоторое время может осуществляться “самотеком”.

Способность канала передавать носители данной величины  $S_{\text{пу}}$  – это параметры водопроводной трубы, в первую очередь, ее диаметр и толщина стенок. При более детальном подходе должны учитываться и материал, и технология изготовления, и другие моменты.

Очевидно, что скорость передачи носителя  $V_{\text{нос}}$  (как и при передаче сигнала) определяется скоростью ввода носителя в канал  $VV_{\text{нос}}$  и  $S_{\text{пу}}$ . Величина  $V_{\text{нос}}$  должна стремиться к пропускной способности канала  $PS_{\text{кан}}$  для обеспечения максимальной эффективности передачи носителя. Количество носителя, поступающее потребителю  $V_{\text{потр}}$ , определяется выражением

$$V_{\text{потр}} = S_{\text{к}} \cdot S_{\text{нос}} \cdot V_{\text{нос}} \cdot t_{\text{под}}.$$

Скорость подачи носителя  $V_{\text{нос}}$  зависит от  $VV_{\text{нос}}$  (давления в сети) и  $S_{\text{пу}}$  – величины, учитывающей диаметр трубы, режим движения воды, свойства материала, технологию изготовления и др., включающей гидравлическое сопротивление и коэффициент нелинейности[2]. Определяется  $V_{\text{нос}}$  выражением

$$V_{\text{нос}} = S_{\text{пу}} \cdot VV_{\text{нос}}.$$

Процесс подачи воды потребителю описывается следующим образом:

$$V_{\text{потр}} = S_{\text{к}} \cdot S_{\text{нос}} \cdot S_{\text{пу}} \cdot VV_{\text{нос}} \cdot t_{\text{под}} \cdot$$

Произведение  $S_{\text{пу}} \cdot VV_{\text{нос}}$  в соответствии с [2] – это расход воды  $q$  – величина постоянная для данного потребителя на данный момент времени. Максимально возможная величина  $q$  – эквивалент пропускной способности канала  $PS_{\text{кан}}$ . В итоге потребителю (АЭ) поступает количество носителя, определяемое выражением

$$V_{\text{потр}} = S_{\text{к}} \cdot S_{\text{нос}} \cdot q(t) \cdot t_{\text{под}} \cdot$$

Расход воды  $q$  в формуле указан как функция времени. На практике это действительно так и связано с изменениями напора в сети в зависимости от характера потребления.

Рассмотренные выше примеры позволяют утверждать, что представление окружающей действительности как совокупности АЭ и АП является объединяющим для различных явлений и процессов природы и общества. Базируясь на существующих законах и закономерностях окружающей действительности, оно позволяет использовать введенные понятия и характеристики аккумулятивных элементов для описания как процессов передачи, накопления, хранения и потребления во всех областях деятельности человека, так и существования самого человека.

1.Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 238 с.

2.Евдокимов А.Г., Коринько И.В., Кузнецов В.М., Самойленко Н.И. Рациональная эксплуатация и развитие систем водоснабжения и водоотведения. Т.1.Компьютеризация в системах водоснабжения: Уч. пособие / Под ред. А.Г.Евдокимова и Н.И.Самойленко. – Харьков: ХТУРЭ,1997. – 276 с.

Получено 04.02.2003

УДК 621.316

В.Ф.РОЙ, д-р физ.-матем. наук, В.В.СКОПЕНКО

Харьковская государственная академия городского хозяйства

## СОЗДАНИЕ МАЛОЙ АСКУЭ НА БАЗЕ ИВК «МЕТРОНИКА-АЛЬФАМЕТ 2.19»

Рассматриваются функциональные возможности малой АСКУЭ на базе ИВК «Метроника-АльфаМет 2.19».

В условиях формирования оптового и потребительского рынка электроэнергии актуальной является задача разработки систем точного коммерческого учета потребляемой мощности. Одной из таких систем является измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Метроника», обладающий повышенной точностью и надёжностью работы и